STUDIEN

ÜBER DIE

SPALTUNG UND RESORPTION

DES

NAHRUNGSFETTES.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

SEIICHIRO SAITO

AUS

HIRASAWA (JAPAN).

ACAD. LANDBAT. GIBL.

WÜRZBURG

STAHEL'SCHE KGL. HOFBUCHDRUCKEREI

1905.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

REFERENT:
HERR PROF. DR. v. FREY.

Seinem teuren Bruder

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507206_0074

Die Frage der Fettresorption ist ausserordentlich umfangreich und wichtig und viele Gelehrten haben sich schon mit der Lösung derselben beschäftigt. Früher waren viele Physiologen der Meinung, dass das Fett im Darmkanal in feinste Teilchen emulgiert und durch die Darmwand direkt in die Lymphgefässe gelangen kann. In neuerer Zeit kamen viele Forscher zu dem Resultat, dass das Fett schon vor der Resorption in seine Componenten: Fettsäuren und Glycerin sich spalte, dann erst resorbiert werde und nach der Resorption wieder Neutralfett bilde. Ob alles Fett vor der Resorption gespalten wird, ist eine noch ungelöste Frage. Wenn man die energische Fettspaltung im Darm und weiter den Umstand in Erwägung zieht, dass man bei Fütterung mit Fettsäure, Seife oder Fett von hohem Schmelzpunkt doch Neutralfett in den Lymphgefässen findet, kommt man zur Vermutung, dass ein grosser Teil des Fettes im Dünndarm gespalten wird. Wie weit die Fettspaltung im Dünndarm geht, ist eines der wichtigsten Momente für die Fettresorption. Volhard (1) hat in neuerer Zeit betont, dass sich im Magensaft ein fettspaltendes Ferment finde, aber diese Beobachtung ist noch nicht bestätigt. Ich habe auf diesem Gebiete etwas geforscht. Ich will zuerst die Vorbereitung zu den Versuchen und die Versuchsreihen beschreiben und dann die daraus folgenden Schlüsse ziehen.

Vorbereitung zu den Versuchen.

Die Futtermischung für die Versuche wurde aus magerem Pferdefleisch, Oleïnsäure und Schweinefett hergestellt. Ich habe die Oleïnsäure analysiert, den Säuregrad des Schweinefettes bestimmt und vor jeder Fütterung die Fettbestimmung des Pferdefleisches gemacht.

Analyse der Oleïnsäure.

a.

2,2749 gr Oleïnsäure wurden abgewogen und längere Zeit im Schwefelsäure-Exsiccator stehen gelassen. Nach der Herausnahme zeigte sich ein Gewichtsverlust von 0,0035 gr = 0,15 % Wasser. Die Oleïnsäure wurde dann in Äther gelöst und mit alkoholischer KOH-Lösung von bestimmtem Gehalt titriert. Darnach wurde der Gehalt an reiner $C_{18}\,H_{34}\,O_2$ zu 97,79 % gefunden.

Nach der untenstehenden Formel habe ich die Prozentzahl berechnet.

$$\frac{282\,(\text{Mol.-Gew. der Ölsäure}) \cdot 0{,}0234\,(\text{gr KOH in 1 cm}^3\text{ d. Lös.}) \cdot 18{,}8\,\text{cm}^3\,(\text{angew. KOH-Lös.})}{56\,(\text{Molekular-Gew. der KOH}) \cdot 2{,}2749} \cdot 100 = 97{,}79\,\%.$$

b.

Abgewogene Oleïnsäure:	2,2346 gr
Gewichtsverlust nach der Trocknung:	0,005 gr (0,22 % Wasser)
Säuregrad durch Titrierung:	96,41 %.

Die angewandte Oleïnsäure enthält also im Durchschnitt 97,10 %.

Bestimmung der freien Säure im Schweinefett.

a.

21,6309 gr Schweinefett wurden abgewogen und getrocknet; der Gewichtsverlust nach der Trocknung betrug 0,0410 gr (0,19 %).

Dann wurde es in Äther gelöst und mit alkoholischer KOH-Lösung titriert.

Darnach fand ich 0,76 % freie Säure (berechnet als Oleïnsäure).

b.

Abgewogenes Schweinefett:	7,8239 gr
Gewichtsverlust nach der Trocknung:	0,0587 gr
Säuregrad durch Titrierung:	0,75 %.

Das angewandte Schweinefett enthält also im Durchschnitt 0,75 % freie Säure.

Herstellung der 10 prozentigen Fettsäure-Mischung.

Schweinefett und Oleïnsäure wurden im Verhältnis wie 9:1 abgewogen, geschmolzen und bis zur Gerinnung umgerührt.

Säuregrad-Bestimmung der Mischung durch Titration.

I. Fettsäuremischung (bei Versuch I, II, III).

1,0577 gr der Mischung wurden abgewogen, in Äther gelöst und mit der KOH-Lösung neutralisiert. Es wurden 0,9 cm^3 verbraucht = 10,02 % Oleïnsäure.

Nach bereits ausgeführter Berechnung enthalten:

10 gr des verwendeten Präparates	9,7 gr $C_{18} H_{34} O_2$
90 gr Schweinefett	0,6 gr freie Säure
100 gr Fettsäuremischung	10,3 gr freie Säure

als Oleïnsäure berechnet.

II. Fettsäuremischung (bei Versuch IV, V und VI).

2,0636 gr der Mischung wurden abgewogen und in Äther gelöst. Zur Neutralisation brauchte ich 1,825 cm^3 der KOH-Lösung = 10,413 % Oleïnsäure.

Versuchs-Anordnung.

Jeder der 6 Hunde bekam mehrere Tage die bereits beschriebene Mischung. Eine bestimmte Zeit nach der letzten Fütterung wurde der Hund durch einen Schlag getötet und sofort die Bauchwand eröffnet. Die Eingeweide wurden herausgenommen, der Magendarmtractus wurde an der Cardia, dem Pylorus, der Bauhinschen Klappe und möglichst tief am Rectum doppelt unterbunden. Der Inhalt jedes Abschnittes wurde vorsichtig in das vorher gewogene Becherglas gesammelt und dessen Gewicht bestimmt. Jeder einzelne Inhalt wurde im Scheidetrichter direkt mit Äther geschüttelt und die Ätherschicht in einen Kolben abgegossen; diese Manipulation wurde 5 mal wiederholt. Nachdem die ätherische Lösung mehrmals mit Wasser gewaschen war, wurde der grösste Teil des Äthers abdestilliert; wenn die ätherische Lösung trüb war, wurde sie filtriert. Die zuletzt erhaltene Lösung wurde in einem vorher gewogenen Kölbchen nochmals destilliert. Als der Äther vollständig abdestilliert war, habe ich durch das Kölbchen erwärmte trockene

Luft geführt bis zur Gewichtskonstanz, weil ich beim Trocknen im Trockenschrank eine Zersetzung des Fettes befürchtete. Der erhaltene Ätherextrakt wurde in Äther gelöst und mit der KOH-Lösung titriert. Aus der angewandten Menge der Kalilauge habe ich den Säuregrad als Oleïnsäure berechnet. Die Dünndarm — und Mastdarm-Inhalte habe ich weiter mit H_2SO_4 angesäuert, abermals mit Äther geschüttelt und die oben beschriebene Manipulation wiederholt.

Die Dünndarmwand habe ich sorgfältig präpariert um subperitoneales Fettgewebe wegnehmen zu können, dann den Darm eröffnet und den Inhalt sorgfältig mit Fliesspapier abgewischt. Hierauf wurde diese Darmwand gewogen und die Fettbestimmung derselben vorgenommen.

Versuch I.

Hund, 2,25 kg schwer, musste 24 Stunden hungern; am 7. März um 12 h bekam er eine Mischung von 150 gr Fleisch (3,93 % Fett) und 30 gr der 10 %igen Fettmischung.

Am 8. März um 10 h bekam der Hund dasselbe Futter, dessen Fleisch 1,93 % Fett enthielt. Am 9. März um 10 h erhielt er das gleiche Futter (Fettgehalt 4,98 %). Um 4 h wurde er getötet.

Magen-Inhalt: 31 gr; Inhalt gleichmässig gemischt, dickbreiig, mit geringem Säuregeruch; reagierte stark sauer.

Dünndarm-Inhalt = 19 gr. Er war gallertartig, im oberen Teil weiss, im mittleren gelblichgrün, im unteren grünlichschwarz gefärbt, enthielt keine sichtbaren Fleischstückchen und hatte keinen besonderen Geruch.

Mastdarm-Inhalt = 5 gr; derselbe war ebenfalls dickbreiig und schwarz gefärbt und hatte kotähnlichen Geruch.

Ätherextrakt aus Dünndarm-Inhalt betrug 0,7297 gr.

Ätherextrakt aus Mastdarm-Inhalt = 0,2578 gr.

Versuch II.

Körpergewicht des Hundes 3,02 kg.

Hungerzeit: 36 Stunden.

10. März 12 h 150 gr Fleisch von 4,98 % Fettgeh. u. 30 gr Fettmisch.
11. „ 12 h 150 gr „ „ 5,9 % „ „ 30 gr „
12. „ 10 h 200 gr „ „ 1,5 % „ „ 40 gr „
13. „ 12 h 200 gr „ „ 1,5 % „ „ 40 gr „
14. „ 12 h 200 gr „ „ 2,5 % „ „ 40 gr „
14. „ 5 h getötet.

Inhalt des Magens 164 gr, des oberen Dünndarm-Abschnittes 22 gr, des unteren 11 gr, des Mastdarmes 5 g.

Sämtliche Inhalte hatten dieselbe physikalische Beschaffenheit wie bei Versuch I.

Versuch III.

Körpergewicht des Hundes 2,49 kg.

Hungerzeit 24 Stunden.

15. März 12 h 200 gr Fleisch von 3,3 % Fettgeh. u. 40 gr Fettmisch.
16. „ 12 h 200 gr „ „ 0,8 % „ „ 40 gr „
17. „ 12 h 150 gr „ „ 4,4 % „ „ 30 gr „
18. „ gehungert.
19. „ 2 h 150 gr „ „ 1,9 % „ „ 30 gr „
20. „ 12 h 150 gr „ „ 0,9 % „ „ 30 gr „
21. „ gehungert.
22. „ 10 h 150 gr „ „ 5,3 % „ „ 30 gr „

Er frass nur $^2/_3$ der Futtermenge und musste deshalb bis 24. März hungern.

24. „ 7 h 150 gr Fleisch von 1,24 % Fettgeh. u. 30 gr Fettmisch.
24. „ 1 h getötet.

Inhalt des Magens 130 gr, des oberen Dünndarm-Abschnittes 18 gr, des unteren 8 gr, des Mastdarmes 13 gr.

Die Beschaffenheit aller Inhalte war gleich wie bei Versuch I.

Versuch IV.

Körpergewicht des Hundes 4,66 kg.

Hungerzeit 24 Stunden.

29. März 10 h 150 gr Fleisch von 3,4 % Fettgeh. u. 30 gr Fettmisch.
30. „ 4 h 150 gr „ „ 3,4 % „ „ 30 gr „
31. „ 10 h 150 gr „ „ 2,4 % „ „ 30 gr „
1. April 10 h 150 gr „ „ 2,9 % „ „ 30 gr „
2. „ 10 h 150 gr „ „ 5,4 % „ „ 30 gr „
3. „ 10 h 150 gr „ „ 4,1 % „ „ 30 gr „
3. „ 5 h getötet.

Inhalt des Magens 95 gr, des oberen Dünndarm-Abschnittes 32 gr, des unteren 9 gr, des Mastdarmes 3 gr.

Die Inhalte zeigten gleiche Beschaffenheit wie bei Versuch I.

Versuch V.

Körpergewicht des Hundes 2,19 kg.

Hungerzeit 24 Stunden.

4. April 12 h 150 gr Fleisch von 2,2 % Fettgeh. u. 30 gr Fettmisch.
5. „ 12 h 150 gr „ „ 2,2 % „ „ 30 gr „
6. „ 12 h 150 gr „ „ 3,4 % „ „ 30 gr „
7. „ 12 h 150 gr „ „ 3,6 % „ „ 30 gr „
8. „ 10 h 150 gr „ „ 3,6 % „ „ 30 gr „
8. „ 4 h getötet.

Inhalt des Magens 131 gr, der oberen Hälfte des Dünndarmes 14 gr, der unteren Hälfte 8 gr, des Mastdarmes 5 gr.

Der Dünndarm-Inhalt war etwas flüssig, die übrigen Inhalte waren von gleicher Beschaffenheit wie bei Versuch I.

Versuch VI.

Körpergewicht des Hundes 1,55 kg.

Hungerzeit 24 Stunden.

10. April 10 h 150 gr Fleisch von 3,3 % Fettgeh. u. 30 gr Fettmisch.
11. „ 10 h 150 gr „ „ 2 % „ „ 30 gr „
12. „ 7 h 150 gr „ „ 1,5 % „ „ 30 gr „
13. „ 10 h 150 gr „ „ 0,9 % „ „ 30 gr „
14. „ 11 h 150 gr „ „ 3,3 % „ „ 30 gr „

Der Hund frass nur 128 gr Fleisch und 25 gr Fettmischung. 14 April 5 h getötet.

Der Magen-Inhalt betrug 91 gr. Der Inhalt des oberen Dünndarm - Abschnittes betrug 23 gr, die Menge des unteren Dünndarm-Abschnittes 15 gr, jene des Mastdarmes 5 gr.

Im Dünndarm waren viele Würmer; die Wand war stark gerötet. Im Magen und Mastdarm waren auch einige Würmer, aber ich konnte kein Zeichen von Entzündung wahrnehmen. Die Beschaffenheit eines jeden Inhaltes war nicht anders wie bei den anderen Versuchen.

Zur besseren Übersicht stelle ich die Daten dieser Untersuchungen tabellarisch zusammen.

Tabelle I.

				Magen					Dünndarm				Mastdarm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Versuch	Körpergewicht in Kilo	Zeit von der letzten Fütterung bis zum Tod	Futtermenge	Menge des vorhandenen Futters in		Menge des verschwundenen Futters in			Menge im oberen Dünndarm in gr	Menge im unteren Dünndarm in gr	Gesamtmenge im Dünndarm	Aus dem Dünndarm verschwundene Menge in %	Menge in	
				g	% d. gefütt.	g	%	% in 1 h					gr	%
II	3,0	5	200 g Fleisch 40 g Fettmisch. 240 g	164	68,33	76	31,67	6,33	22	11	33	56,58	5	6,57
III	2,5	6	150 g Fleisch 30 g Fettmisch. 180 g	130	72,22	50	27,78	4,63	18	8	26	48,00	13	26,00
IV	4,7	6	150 g Fleisch 30 g Fettmisch. 180 g	95	52,77	85	47,23	7,87	32	9	41	51,78	3	3,52
V	2,2	6	150 g Fleisch 30 g Fettmisch. 180 g	131	72,77	49	27,23	4,54	14	8	22	55,11	5	10,20
VI	1,6	6	128 g Fleisch 25 g Fettmisch. 153 g	91	59,47	62	40,53	6,75	23	15	38	38,71	5	8,06
							Mittel:	**6,02**			Mittel:	**50,04**	Mittel:	**10,87**
I	2,2	6	150 g Fleisch 30 g Fettmisch. 180 g	31	17,22	149	82,78	13,79	—	—	19	87,27	5	3,35
							Mittel:	9,90			Mittel:	68,66	Mittel:	7,11

Bei Betrachtung dieser Tabelle fällt es auf, dass nach 6 Stunden im Magen eine ziemlich grosse Menge — 91 bis 164 gr — (ausser bei Versuch I) vorhanden ist und dass bei mässiger Fütterung kleinerer Hunde 6 % (siehe Rubrik 9) des Futters pro Stunde aus dem Magen in den Dünndarm übertreten und 50,04 % (Rubrik 13) der in den Dünndarm übergetretenen Futtermischung — abgesehen von einer geringen Menge, die eventuell in den Mastdarm übergegangen ist — von der Dünndarm-Wand resorbiert wurden.

Bei Versuch I ist eine ungefähr doppelt so grosse Menge aus dem Magen in den Dünndarm übergegangen (82,78 %) und die von der Dünndarm-Wand resorbierte Menge betrug 87,27 %. Was der Grund der schnelleren Bewegung in diesem Falle war, kann ich nicht ermitteln, keinesfalls können Körpergewicht und Hungerzustand in Betracht kommen.

Wenn ich aus den 6 Versuchen die Durchschnittszahl ziehe, finde ich, dass 9,9 % des Futters pro Stunde aus dem Magen in den Dünndarm übergingen und 68,66 % von der Dünndarm-Wand resorbiert wurden. Von allen Inhalten wurden nach vorbeschriebener Methode Fettgehalt und Säuregrad bestimmt. Ich ordne die Resultate zur besseren Übersicht tabellarisch. (II u. III.)

Nachstehende Tabelle zeigt, dass 6 Stunden nach der Fütterung die Fettmenge im Magen 50,44 % betrug und dass 8,39 % Fettmischung pro Stunde aus dem Magen in den Dünndarm übergegangen sind.

Frank (2) hat in seinen Versuchen nachgewiesen, dass im allgemeinen 4,3 % der verfütterten Fettsäure (ca. 50 gr) pro Stunde aus dem Magen in den Dünndarm übertreten bei Hunden mittlerer Grösse. Die von mir gefundene %-Zahl beträgt beinahe das Doppelte. Als Grund dafür kann ich nur den Umstand ansehen, dass meine Versuchstiere ganz jung waren und die dem Futter zugesetzte Fettmischung gering war. Ferner ersieht man aus Tabelle II, dass 93,5 % (das Mittel aus Versuch III, IV, V) der in den Dünndarm übergegangenen Futtermischung von der Dünndarm-Wand resorbiert wurden, abgesehen von der geringen Menge, die sich vorher im Dünndarm befand und von derjenigen, welche in den Mastdarm gelangt war.

Tabelle II.

Versuch	Körpergewicht in Kilo	Stundenzahl	Fettmenge			Fettmenge im Magen					Fettmenge im Dünndarm				Mastdarm
			Zugesetzte Fettmenge in gr	Fett im Fleisch in gr	Gesamte Fettmenge in gr	Vorhandene Menge in		Verschwundene Menge in			Menge des Ätherextraktes aus		Gesamte Menge	Aus dem Dünndarm verschwundene Menge in %	Vorhandene Fettmenge in gr
						gr	%	gr	%	% in 1 h	oberem Dünndarm-Inhalt	unterem Dünndarm-Inhalt			
I	2,2	6	30	6,87	36,87	–	—	—	—	—	—	—	0,7297	—	0,2578
II	3,0	5	40	5,05	45,05	—	—	—	—	—	3,5566	0,3823	3,9389	—	0,1373
III	2,5	6	30	1,82	31,82	15,9493	50,12	15,8707	49,88	8,31	1,0186	0,1232	1,1418	92,90	0,6030
IV	4,7	6	30	6,18	36,18	16,9575	46,86	19,2225	53,14	8,85	1,2585	0,1148	1,3733	92,90	0,0720
V	2,2	6	30	5,49	35,49	18,3826	51,79	17,1074	48,21	8,03	0,6719	0,2291	0,9010	94,80	0,0963
						Mittel:	**49,53**	Mittel:	**50,41**	**8,39**			Mittel:	**93,50**	
VI	1,6	6	25	5,09	30,09	15,3330	51,28	14,7570	48,72	8,12	1,8427	1,4130	3,2557	78,8	0,6440
						Mittel:	50,44	Mittel:	49,56	8,25			Mittel:	86,1	

Munk (3) hat festgestellt, Fr. Müller (4) und Arnschink (5) haben bestätigt, dass Olivenöl zu 97,7 %, Gänse- und Schweinefett zu 97,5 % resorbiert werden; die von mir gefundene %-Zahl (93,5) kommt der eben erwähnten sehr nahe.

Versuch VI konnte ich nicht zur Durchschnittsberechnung aufnehmen, weil der Hund krank war (Versuch VI!). Die entzündete Darmwand verminderte die Resorptionsfähigkeit in hohem Grad; die Resorptionsmenge betrug nur 78,8 %. Wenn ich auch diesen Versuch bei Berechnung der Durchschnittszahl in Betracht ziehe, beträgt die resorbierte Menge 86,10 %.

Die älteren Physiologen waren der Ansicht, dass Fette im Magen keine Veränderung erleiden; Marpmann (6) jedoch hat nach längerem Schütteln des Fettes mit künstlichem Magensaft stets das Vorhandensein freier Fettsäure und einer Spur Glyzerin nachweisen können.

Der erste, der eine hydrolytische Spaltung des Neutralfettes im Magen nachgewiesen hat, war Marcet (7). Er fütterte Hunde mit fettreichem Fleisch und beobachtete, als er den Magen-Inhalt 1—5 Stunden nach der Fütterung untersuchte, stets das Vorhandensein freier Fettsäure.

Die Richtigkeit der Angabe, dass der Magen auch aus neutralen Fetten Fettsäure abspalten kann, wurde von vielen Autoren: Cash (8), Ogata (9), Klemperer und Scheurlen (10) und Fr. Müller (11) an Hunden und Menschen erforscht. Den Resultaten nach ist die Menge der abgespaltenen Fettsäure nur 1—2,7 % nach einigen Stunden; nur bei hochgradiger Stenose des Pylorus wurden etwas höhere Zahlen (4,9—6 %) gefunden.

Nach der Beobachtung Volhard's reagierte eine Eigelb-Emulsion, welche er in den Magen von Menschen einführte und nach einiger Zeit wieder auspumpte, stark sauer. Quantitative Bestimmungen zeigten, dass innerhalb eines 1—4stündigen Aufenthaltes im Magen die Spaltung auf 78,8 % anstieg. Nach diesem Autor und seinem Schüler Stade (12) vermag das Ferment nur auf künstlich oder natürlich emulgierte Fette zu wirken. Da die Gegenwart von Säure bekanntlich die Emulsion beeinträchtigt und das Enzym durch Pepsin und HCl verdaut und zerstört wird, ist ein hyperacider Magensaft weit weniger wirksam gegenüber

dem Fett als ein säureärmerer. Diese Beobachtung ist jedoch nicht einwandfrei.

Vor einiger Zeit hat Inouye (13) im pharmakologischen Institut zu Würzburg diese Frage genauer studiert. Er hat verschiedene Verdauungsgemische gemacht aus Mandelöl, Olivenöl (beide sowohl emulgiert als auch nicht emulgiert), Eigelblösung, Milch, Glyzerinextrakt aus den verschiedenen Abschnitten der Schweinemagen-Schleimhaut, welcher bei einigen Versuchen nach dem Kochen benutzt wurde und Pawlow'schem Magensaft. Mit diesen Gemischen suchte er die Verdauungsverhältnisse zu erforschen und seine Resultate führten zu dem Schluss, dass sich die fettspaltende Wirkung des Magensaftes und Glyzerinextraktes der Fundusschleimhaut nicht bestätigt. Das Resultat der Versuche, welche Herr Prof. Kunkel (14) ausgeführt hat, steht auch im Gegensatz zu Volhard's Beobachtung. Herr Prof. Kunkel fand, dass sich der Gehalt des im Magen stundenlang verweilten Fettes an freier Fettsäure nur um wenige Prozente vermehrte (1—2 %). Inouye hat auch an Katzen 3 Versuche gemacht und fand, dass bei 12—24stündigem Verweilen die Fettsäure durch die Magenverdauung etwa um 1% zunehme. Meine Resultate bestätigen die Befunde von Inouye und Herrn Prof. Kunkel.

Tabelle III.

Magen.

Versuch	Menge der im Magen vorhandenen Futtermenge	Menge des Ätherextraktes	Freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Weisse Substanz	Anmerkung
I	31 gr	—	—	—	Aus der ätherischen Lösung scheidet sich sofort beim Eindampfen diese weisse Substanz aus. Durch Analyse der Substanz konnte ich nachweisen, dass dieselbe ein Neutralfett ist, deshalb muss die Prozentzahl der freien Säure des Ätherextraktes etwas geringer sein, was aus Tabelle IV ersichtlich ist.
II	164 gr	—	—	—	
III	130 gr	15,9493 gr	12,44	0,4116 gr	
IV	95 gr	16,9575 gr	11,68	0,4861 gr	
V	131 gr	18,3826 gr	12,65	0,5910 gr	
VI	91 gr	15,3330 gr	12,42	0,4856 gr	

Ich fand, wie vorstehende Tabelle zeigt, nur eine ungefähr 1—2%ige Zunahme freier Fettsäure nach dem 6stündigen Aufenthalt des Neutralfettes im Magen.

Hier ist vielleicht auch der Ort von der bei der Extraktion der Fettmischung aus dem Mageninhalt erhaltenen weissen Substanz zu sprechen. Die zur Verfügung stehende Menge war so gering, dass die Natur derselben nicht definitiv festgestellt werden konnte. Sie ist in Äther schwer, in Alkohol noch schwerer, in Wasser gar nicht löslich und krystallinisch. Die Menge derselben war 0,5 gr. im Durchschnitt.

Die Substanz hatte einen Schmelzpunkt von 65—66° C. Sie enthielt keine Asche, keinen N, keinen P und keinen S. Die warme ätherische Lösung reagierte ganz neutral, ist also keine freie Fettsäure. Nach den angestellten Versuchen ist die Substanz wahrscheinlich ein Neutralfett.

Ich habe die Substanz mit Barytwasser verseift (die Verseifung ging sehr langsam) und filtriert. Dem Filtrat habe ich sorgfältig H_2SO_4 zugesetzt, um Baryt auszufällen, dann das Filtrat auf dem Wasserbad bis auf einige cm^3 eingedampft und damit einige Reaktionen auf Glyzerin gemacht.

1. Die Lösung löste ein wenig Kupfer.

2. Bei Verbrennung roch sie nach Akroleïn.

Die aus der Seife frei gemachte Fettsäure wurde auf dem Filterpapier gesammelt und getrocknet. Diese schneeweisse freie Säure war in Äther nicht schwer löslich, reagierte sauer und hatte einen Schmelzpunkt von 55—58° C.

Eine damit angestellte Elementaranalyse (die Substanz war zu Ende) machte wahrscheinlich, dass Tripalmitin vorliegt.

Weil die weisse Substanz ein Neutralfett ist, muss man die Menge derselben der Menge des Ätherextraktes aus dem Mageninhalt zufügen und dann die Prozentzahl der freien Fettsäure berechnen. Nach dieser Berechnung stelle ich folgende Tabelle auf.

(Die Prozentzahlen in der Tabelle III sind ohne Berücksichtigung der weissen Substanz berechnet, deshalb sind sie etwas niedriger anzunehmen.)

Tabelle IV.

Magen.

1	2	3	4	5	6	7	8
Versuch	Menge der im Magen vorhandenen Futtermisch.	Menge des Äther-extraktes	Menge der weissen Substanz	Gesamt-menge aus 3 und 4	Freie Fettsäure als Oleïn-säure in %	Säuregrad der Fett-mischung in %	Im Magen entstandene freie Säure in %
I	31 gr	—	—	—	—	—	—
II	164 gr	—	—	—	—	—	—
III	130 gr	15,9493 gr	0,4116 gr	16,3609 gr	12,13	10,02	2,11
IV	95 gr	16,9575 gr	0,4861 gr	17,4436 gr	11,35	10,41	0,94
V	131 gr	18,3826 gr	0,5910 gr	18,9736 gr	12,26	10,41	1,85
VI	91 gr	15,3330 gr	0,4856 gr	15,8186 gr	12,04	10,41	1,63
						Mittel:	1,63

Ob diese geringe Prozentzahl von 0,94—2,11 der gespaltenen Fettsäure durch die Wirkung des Fermentes im Magensaft hervorgerufen worden ist oder durch die Wirkung der Bakterien wie Bunge (15) und Munk (16) sagen oder durch die hydrolytische Spaltung unter Einfluss von Wasser und Wärme oder durch den abschwächenden Einfluss des hohen Säuregrades des Magensaftes oder durch die eigene schwache Spaltungskraft des Fermentes, wie Bengen (17) und Haane (17) sagen, kann ich nicht erklären.

Kurz, nach meinen Resultaten kann ich nicht glauben, dass im Magen jene lebhafte Fettspaltung stattfindet, wovon einige Autoren sprechen.

Die im hiesigen Institut angestellten Versuche haben gleichmässig das Ergebnis geliefert, dass die durch einige Stunden im Magen verweilten Fettmengen um 1—2% Fettsäure mehr enthielten als die anfänglichen Gemische.

Es sollte nun geprüft werden, ob diese Spaltung vielleicht schon durch die Gegenwart von HCl erklärbar sei. Es wurde deshalb die Wirkung von HCl auf verschiedene Fettmischungen geprüft.

Zuerst habe ich eine Fettsäuremischung, welche nach der
I. Titrierung 4,72%, nach der
II. Titrierung 4,81%, im Durchschnitt also
4,76% freie Fettsäure enthielt, hergestellt.

I. Versuch.

Wirkung der HCl auf Fett.

I. Mischung: 2,1341 gr Fettsäuremischung,
5 cm³ physiol. NaCl-Lösung mit
2 gr Gummi arab. emulgiert,
10 cm³ der 0,575% HCl-Lösung.

Nach 5 Stunden im Brutofen mit Äther geschüttelt; äther. Lösung mit Wasser gewaschen und mit alkoh. KOH-Lösung titriert.

Säuregrad: 4,76%.

II. Mischung: 1,5425 gr Fettsäuremischung,
5 cm³ physiol. NaCl-Lösung mit
2 gr Gummi arab. emulgiert,
10 cm³ der 0,575% HCl-Lösung.

Nach 21½ Stunden im Brutofen ganz genau wie oben behandelt.

Säuregrad: 4,72%.

II. Versuch.

Fettspaltung des Pankreatin.

I. Mischung: 1,9762 gr Fettsäuremischung,
5 cm³ physiol. NaCl-Lösung mit
1 gr Gummi arab. emulgiert,
0,02 gr Pankreatin (ungefähr 0,1%).

Nach 21 Stunden im Brutofen mit Äther extrahiert und titriert.

Säuregrad: 4,79%.

II. Mischung: 1,7182 gr Fettsäuremischung,
15 cm³ physiol. NaCl-Lösung mit
1 gr Gummi arab. emulgiert,
0,02 gr Pankreatin (ungefähr 0,1%).

Nach 21 Stunden im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 4,72%.

Pankreatin 1,4927 gr enthalten 0,0015 gr Ätherextrakt. Atherextrakt war ganz neutral.

III. Versuch.

I. Mischung: 2,4242 gr Fettsäuremischung,
15 cm³ physiol. Na Cl-Lösung mit
0,2 gr Saponin emulgiert,
0,2 gr Pankreatin (ungefähr 1%).

Nach 25 Stunden im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 5,03%.

II. Mischung: 2,2956 gr Fettsäuremischung,
5 cm³ physiol. Na Cl-Lösung mit
0,2 gr Saponin emulgiert,
10 cm³ der 0,575% H Cl-Lösung,
0,2 gr Pankreatin (ungefähr 1%).

Nach 25 Stunden im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 4,72%.

IV. Versuch

Pankreatin auf Olivenöl.

Olivenöl enthält 2,68% freie Säure als Oleïnsäure.

I. Mischung: 3,3806 gr Olivenöl,
5 cm³ physiol. Na Cl-Lösung mit
0,2 gr Saponin emulgiert,
10 cm³ der 0,575% H Cl-Lösung,
0,02 gr Pankreatin.

Nach 25 h 10′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 2,40%.

II. Mischung: 3,5198 gr Olivenöl,
15 cm³ physiol. Na Cl-Lösung mit
0,2 gr Saponin emulgiert,
0,02 gr Pankreatin.

Nach 25 h 10′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 2,87%.

V. Versuch.

Wirkung auf Eidotter.

Eidotter enthält 0,63 bis 0,76 bis 0,85 %, also durchschnittlich 0,74 % freie Säure.

Ia Mischung: 4,3753 gr Eidotter,
15 cm³ der 0,575 % H Cl-Lösung.

Nach 23 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 2,3 % (1,56 % Zunahme).

Ib Mischung: 4,3662 gr Eigelb,
15 cm³ physiol. Na Cl-Lösung,
0,02 gr Pankreatin (ungefähr 0,1 %).

Nach 23 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 1,37 % (0,63 % Zunahme).

IIa Mischung: 3,4358 gr Eigelb,
15 cm³ der 0,575 % H Cl-Lösung.

Nach 14 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 2,16 % (1,42 % Zunahme).

Ib Mischung: 3,9204 gr Eigelb,
15 cm³ physiol. Na Cl-Lösung,
0,02 gr Pankreatin.

Nach 14 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 1,31 % (0,57 % Zunahme).

IIIa Mischung: 4,1420 gr Eigelb (0,63 % freie Säure),
15 cm³ physiol. Na Cl-Lösung,
0,02 gr Pankreatin.

Nach 22 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 1,96 % (1,33 % Zunahme).

IIIb Mischung: 4,6921 gr Eigelb (0,63 % freie Säure),
15 cm³ der 0,575 % H Cl-Lösung.

Nach 22 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 3,32 % (2,69 % Zunahme).

IV. Mischung: 5,1760 gr Eigelb (0,76 % freie Säure),
15 cm³ destilliertes Wasser.

Nach 17 h 30 ′ im Brutofen wie oben behandelt.

Säuregrad: 0,65 %.

Nach den Resultaten meiner Versuche spaltet 0,575 % HCl Fettmischung und Olivenöl nicht, wohl aber Eidotter. Im letzten Falle war nach 22 1/2 Stunden eine Zunahme von 2,69 % zu verzeichnen.

Ich muss hier kurz die Einwirkung von Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien auf Fette erwähnen. Dass Bakterien Fette und andere Glyzerinester zerlegen können, kann als sichergestellt gelten. Camus (18) und Gérard (19) haben nachgewiesen, dass Penicillium und Aspergillus Monobutyrin zerlegen. Laxa (20) zeigte, dass die letztgenannten Schimmelpilze und in noch höherem Grade die Mukorarten auch wirkliche Fette zu zerlegen vermögen. Wenn man diese Pilzarten verreibt und filtriert, so erhält man einen sehr stark auf die Fettspaltung wirkenden Saft. Biffen (21) fand, dass eigentümliche, auf Kokosfrüchten wachsende Sprosspilze Kokosfett und Monobutyrin spalten und ein im Wasser lösliches, durch Alkohol fällbares, fettspaltendes Enzym enthalten.

Weiter wurde diese Aufgabe von Gelehrten wie: Krüger und Schreiber (22), Rubner (23), E. v. Sommaruga (24) erforscht. Der letztere hat betont, dass Spirillum Cholera, Typhus und viele andere pathogene Keime eine fettspaltene Kraft haben.

Escherich (25) isolierte aus dem Darm von Säuglingen folgende, teilweise recht stark fettspaltende Bakterien:

Bacillus subtilis spaltete Milchfett bis zu 31,19 %,
Streptococcus gracilis bis zu 8,8 %,
Bact. lactis aërogenes bis zu 34,24 %,
Bact. coli aërogenes bis zu 62,7 %.

Die Einwirkung des Pankreassaftes auf Fette wurde von vielen Gelehrten untersucht und wie folgt gefunden:

8 Tropfen Sekret aus einer Pankreascyste haben aus 0,9 gr Neutralfett in 4 Stunden bei 40° C = 0,1299 gr freie Fettsäure abgespalten. [Herter (26)].

6 cm^3 derselben gegen 3 gr Hammelfett in 24 Stunden bei 38° C haben 0,1233 gr freie Fettsäure abgespalten. (Herter).

Nach Lüdy (27) hat Schweine-Pankreas aus Milch + verdünnte Soda-Lösung 86,4% Fettsäure abgespalten.

Wassilieff (28) fand, dass 167 gr wässeriger oder Glyzerin-Extrakt gegen 5 grm Butter in 22 Stunden 0,235 gr freie Fettsäure abgespalten haben.

Die Fettspaltung ist um so grösser anzunehmen, wenn der Pankreassaft in Gegenwart von Galle auf die Fette zu wirken Gelegenheit hat. Ferner ist zu berücksichtigen, dass im Darm nach allen Richtungen hin weit günstigere Bedingungen für die Spaltung vorhanden sind als in vitro.

Es ist auch eine sehr wichtige Frage, wie weit die Fettspaltung im Dünndarm geht, welcher Unterschied zwischen der Fettspaltung im oberen Dünndarm und derjenigen im unteren Dünndarm besteht und welche Menge der gespaltenen Fettsäure in Seife übergeht.

Ich habe jeden Inhalt zuerst direkt mit Äther extrahiert und die Menge des Ätherextraktes bestimmt; dann habe ich denselben mit H_2SO_4 stark angesäuert, mit Äther die freigemachte Fettsäure extrahiert und deren Menge bestimmt. Die freie Fettsäure ist stets als Oleïnsäure berechnet worden.

Tabelle V.

Versuch	Oberer Dünndarm-Inhalt.					Unterer Dünndarm-Inhalt					Mastdarm-Inhalt				
		Vor d. Ansäuern		Nach d. Ansäuern			Vor d. Ansäuern		Nachd. Ansäuern			Vor d. Ansäuern		Nach d. Ansäuern	
	Futtermenge	Menge des Ätherextraktes in gr	darin freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Menge des Ätherextraktes in gr	darin freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Futtermenge	Menge des Ätherextraktes in gr	darin freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Menge des Ätherextraktes in gr	darin freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Futtermenge	Menge des Ätherextraktes in gr	darin freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Menge des Ätherextraktes in gr	darin freie Fettsäure als Oleïnsäure in %
I	19 gr	0,7297	35,40	—	—	nicht getrennt	—	—	—	—	5 gr	0,2578	36,40	—	—
II	22 gr	3,5566	34,70	—	—	11 gr	0,3823	43,00	—	—	5 gr	0,1373	51,08	—	—
III	18 gr	1,0186	45,10	0,0533	82,74	8 gr	0,1232	47,82	0,0299	85,28	13 gr	0,6030	50,49	0,2526	61,36
IV	32 gr	1,2585	49,14	0,0762	84,91	9 gr	0,1148	51,30	0,0332	76,20	3 gr	0,0720	49,08	0,0344	93,89
V	14 gr	0,6719	59,60	0,0836	91,87	8 gr	0,2291	66,84	0,0684	86,11	5 gr	0,0963	51,97	0,0285	91,23
VI	23 gr	1,8427	46,67	0,9699	67,38	15 gr	1,4130	49,19	0,0191	61,78	5 gr	0,6440	46,64	0,1045	78,85
		Mittel:	**47,04**	Mittel:	**81,72**		Mittel:	**51,63**	Mittel:	**77,34**		Mittel:	**47,60**	Mittel:	**81,33**

Tabelle VI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Im Atherextrakt aus dem oberen Dünndarm			Im Ätherextrakt aus dem unteren Dünndarm			Im Ätherextrakt aus dem Mastdarm		
Versuch	vor dem Ansäuern enthaltene Menge freier Fettsäure als Oleïnsäure in gr	nach dem Ansäuern enthaltene Menge freier Fettsäure als Oleïnsäure in gr	Verhältnis von 2 : 1 in %	vor dem Ansäuern enthaltene Menge freier Fettsäure als Oleïnsäure in gr	nach dem Ansäuern enthaltene Menge freier Fettsäure als Oleïnsäure in gr	Verhältnis von 5 : 4 in %	vor dem Ansäuern enthaltene Menge freier Fettsäure als Oleïnsäure in gr	nach dem Ansäuern enthaltene Menge freier Fettsäure als Oleïnsäure in gr	Verhältnis von 8 : 7 in %
I	0,2583	—	—	—	—	—	0,0938	—	—
II	1,2341	—	—	0,1644	—	—	0,0701	—	—
III	0,4144	0,0441	10,6	0,0589	0,0255	43,2	0,3044	0,1560	51,2
IV	0,6184	0,0647	10,4	0,0589	0,0253	42,9	0,0353	0,0323	91,5
V	0,4004	0,0768	19,1	0,1531	0,0589	38,4	0,0500	0,0260	52,0
		Mittel:	**13,03**		Mittel:	**41,5**		Mittel:	**64,9**
VI	0,8599	0,0471	5,4	0,6950	0,0118	16,9	0,3004	0,0824	27,4
		Mittel:	11,37		Mittel:	35,3		Mittel:	55,5

Im Gegensatz zum Magen gibt es im Dünndarm eine lebhafte Fettspaltung, welche selbst bis zu 66,8 % ansteigt. Im unteren Dünndarm fand ich eine etwas stärkere Fettspaltung als im oberen (im Mittel 51,6 % : 47,04 %).

Auch im Mastdarm-Extrakt ist die freie Fettsäure in fast gleicher %-Zahl enthalten, aber die absolute Menge ist gering. Auffallend ist, dass die der Seife entsprechende Menge der freien Fettsäure durchschnittlich im oberen Dünndarm 41,5 % und im Mastdarm 64,9 % von der Gesamtfettsäure beträgt.

Wenn auch Versuch VI bei Berechnung der Durchschnittszahl in Betracht gezogen wird, dann ergeben sich für den oberen Dünndarm 11,37 %, für den unteren 35,30 %, für den Mastdarm 55,50 %.

Nach dem Ansäuern färbte sich der Äther-Extrakt etwas rötlich; nach dem Verdunsten des Äthers war der Rückstand von brauner Farbe, deshalb glaube ich, dass derselbe mit einer andern Substanz vermischt war.

Die nach der Titration berechneten Zahlen zeigen durchschnittlich im oberen Dünndarm-Inhalt-Extrakt 81,72 %, im unteren 77,34 % und im Mastdarm-Inhalt-Extrakt 81,33 % freie Fettsäure als Oleïnsäure berechnet.

Die Folgerungen, die aus der Auffindung grösserer prozentischer Mengen von freier Fettsäure in den einzelnen Darmabschnitten, speziell im Dünndarm, gezogen werden dürfen, sind natürlich nur unter gewissen Voraussetzungen aufzustellen.

Nimmt man einmal an, dass nur freie Fettsäure im Darm zur Resorption gelangt, so würden die gefundenen Zahlen (absolute und prozentische) bedeuten, dass die Fettspaltung kontinuierlich weitergeht, denn die absolute und prozentische Menge des Neutralfettes wird ja beständig geringer. Da die prozentische Menge der freien Fettsäure im Darm so deutlich ansteigt, so lautet die nächstliegende Folgerung so, dass die Fettspaltung schneller geschieht als die Resorption der freien Fettsäure. Gewiss sind auch andere Hypothesen möglich und sie liegen sehr nahe! Es soll hier nur das hervorgehoben werden, was für die Fettspaltung spricht und für diese sprechen die geschilderten Versuche sehr deutlich.

Die fein geschnittene Dünndarm-Wand, deren Inhalt mit Filterpapier sorgfältig abgewischt und deren subperitoneales Fettgewebe sorgfältig wegpräpariert war, wurde zuerst in Alkohol aufbewahrt, dann wurde der Alkohol auf dem Wasserbad eingedampft und die Wand getrocknet, mit Soxhlet'schem Apparat extrahiert und die Menge des Ätherextraktes bestimmt. Darauf habe ich nochmals den Extrakt in Äther gelöst und mit alkoh. KOH-Lösung titriert, um den Säuregrad zu bestimmen.

Tabelle VII.

	Obere Hälfte des Dünndarms				Untere Hälfte des Dünndarms			
Versuch	Menge der Darmwand	Menge des Ätherextraktes	Säuregrad des Ätherextraktes als Oleinsäure in %	% des Ätherextraktes aus dem Inhalt	Menge der Darmwand	Menge des Ätherextraktes	Säuregrad des Ätherextraktes als Oleinsäure in %	% des Atherextraktes aus den Inhalt
I	—	—	—	—	—	—	—	—
II	89 gr	0,9080 gr (1,02 %)	17,72	34,70 %	34 gr	5,4012 gr (15,88 %)	18,32	43,00 %
III	38 gr	0,9727 gr (2,56 %)	32,69	45,10 %	28 gr	0,7655 gr (2,73 %)	26,16	47,82 %
IV	63 gr	2,2923 gr (3,63 %)	24,40	49,14 %	34 gr	1,1135 gr (3,28 %)	37,02	51,30 %
V	40 gr	1,0608 gr (2,65 %)	33,31	59,60 %	29 gr	0,5561 gr (1,92 %)	31,77	66,84 %
VI	37 gr	0,9656 gr (2,61 %)	20,13	46,67 %	28 gr	0,5702 gr (2,04 %)	28,92	49,19 %
		Mittel:	**25,65**			Mittel:	**28,43**	

Die Dünndarm-Wand enthält durchschnittlich 2,5 % Ätherextrakt. Dieser enthält in der oberen Hälfte 25,65 %. in der unteren Hälfte 28,43 % freie Säure. Merkwürdig ist, dass der Ätherextrakt aus der Darmwand relativ viel freie Fettsäure enthält, mehr als die Hälfte des Ätherextraktes aus dem Dünndarm-Inhalt, obwohl von letzterem, welcher freie Fettsäure in hohem Grade enthält, an der Darmwand nur ein wenig haften geblieben war. Deshalb glaube ich sagen zu dürfen, dass eine ziemlich grosse Menge der abgespaltenen freien Fettsäure direkt in Form von Fettsäure von der Dünndarm-Wand resorbiert und diese in der Wand nicht sofort in Neutralfett umgewandelt werde.

Ferner habe ich die aus dem Darminhalt mit Äther ausgeschüttelten Extrakte analysiert, um zu prüfen, ob die ganze Menge derselben nur aus Fett und Fettsäure bestehe. Als Kontrolle habe ich zuerst die gesamte Menge der Fettsäure des Schweinefettes bestimmt. Ich habe eine bestimmte Menge gewogen, mit einer gewissen Menge von KOH-Lösung von bestimmtem Gehalt versetzt, auf dem Wasserbad über eine Stunde lang mit dem Rückflusskühler gekocht, dann nach dem Kühlen mit H Cl-Lösung von bekanntem Gehalt zurücktitriert. Dann habe ich die alkoholische Lösung weiter behandelt, indem ich den Alkohol eindampfte, die Lösung in den Scheidetrichter brachte, mit Salzsäure stark ansäuerte und mit Äther nochmals extrahierte.

Die ätherische Lösung wurde mit Wasser gewaschen und mit KOH titriert. Zur Kontrolle wurde zuerst eine abgewogene getrocknete Menge Schweinefett auf diese Weise behandelt.

Wenn man Schweinefett als Neutralfett der Oleïnsäure betrachtet, kann man nach den untenstehenden Formeln aus der Verseifungszahl die Fettsäure berechnen.

$$\left.\begin{array}{l} C_{17}H_{33}COO \\ C_{17}H_{33}COO \\ C_{17}H_{33}COO \end{array}\right\rangle C_3H_5 \qquad 3\,KOH$$

$$884 \qquad : 168 = 0{,}9643 : X$$

$$X = 0{,}1832\ g\ KOH$$

zum Verseifen:

Neutralölfett

884

3 Oleïnsäure

: 846 = 100 : X

X = 95,7 %.

Analyse I.

Das Schweinefett enthält 0,66 % freie Säure (als Oleïnsäure bestimmt).

Abgewogenes Schweinefett 0,9643 gr.

Die zum Verseifen nötige Menge KOH-Lösung betrug 8,3 cm³, welche 0,1942 gr KOH entsprechen.

Zum Neutralisieren der ätherischen Lösung, welche ich nach dem Ansäuern bekam, wandte ich 8,3 cm³ KOH-Lösung an. Aus dieser Zahl habe ich 101,39 % berechnet.

Analyse II.

Abgewogenes Schweinefett 0,7268 gr;

zum Verseifen 6,27 cm³ KOH-Lösung = 0,1467 gr KOH,

bei II. Titrierung angewandte KOH-Lösung = 6,15 cm³ = 0,1439 gr KOH.

Aus dieser Zahl berechnete ich % = 99,67.

Das Schweinefett enthält aber nicht nur Oleïnsäure, sondern auch Palmitin- und Stearinsäure. Deshalb ist es selbstverständlich, dass die Zahl, welche unter der Annahme, Schweinefett bestehe nur aus Oleïnsäure, gefunden wurde, nicht genau stimmt. Jedenfalls geht aus der Übereinstimmung der bei der I. und II. Titrierung gefundenen Zahlen hervor, dass die Methode brauchbare Resultate liefert.

Ich habe nach dieser Methode die Äther-Extrakte analysiert.

Tabelle VIII.

Versuch	Ätherextrakt aus dem Magen-Inhalt			Ätherextrakt aus dem oberen Dünndarm-Inhalt			Ätherextrakt aus unterem Dünndarm-Inhalt		
	Menge in gr	I. Titrierung II. Titrierung	%	Menge in gr	I. Titrierung II. Titrierung	%	Menge in gr	I. Titrierung II. Titrierung	%
I	—	—	—	0,7297	6,11 cm³	98	Oberen und unteren Teil nicht getrennt behandelt		
		—	—		5,30 cm³	85			
II	—	—	—	3,5566	24,79 cm³	82	0,3823	3,29 cm³	101
		—	—		24,00 cm³	79		3,05 cm³	93
III	1,0121	8,50 cm³	100	1,0186	8,32 cm³	96	0,1232	1,19 cm³	113
		8,35 cm³	97		8,45 cm³	97		0,95 cm³	90
IV	0,7047	6,27 cm³	104	1,2585	9,78 cm³	91	0,1148	0,95 cm³	97
		6,10 cm³	101		9,60 cm³	89		0,95 cm³	97
V	1,7798	15,00 cm³	98	0,6719	5,50 cm³	96	0,2291	2,28 cm³	117
		14,90 cm³	98		5,10 cm³	89		1,03 cm³	52
VI	1,3275	11,40 cm³	101	1,8427	14,71 cm³	93	1,4130	11,14 cm³	92
		11,15 cm³	98		14,70 cm³	93		10,73 cm³	89

Die Zahlen in der Tabelle stehen den Zahlen aus der Berechnung nach der chemischen Formel nahe und die beiden Zahlen, welche die Menge der KOH-Lösung bei der I. Titrierung und jene bei der II. Titrierung angeben, sind fast gleich, ausser bei dem Äther-Extrakt aus dem unteren Dünndarmwand-Inhalte bei Versuch V. Deshalb glaube ich sagen zu können, dass die Äther-Extrakte, welche ich aus den Inhalten bekam, nur aus Neutralfett und Fettsäure bestanden und die Säuregrade, welche ich gefunden habe, nur durch die freie Fettsäure verursacht sind.

Die Äther-Extrakte, welche ich aus den Dünndarm-Inhalten nach dem Ansäuern und aus den Mastdarm-Inhalten bekam, konnte ich nicht analysieren, weil die Menge sehr gering war.

Bei den vorher geschilderten Versuchen habe ich den Fettgehalt der Dünndarm-Wand und die freie Säuremenge des extrahierten Fettes bestimmt. Um den Fettgehalt der Schleimhaut, sowie den Säuregrad unter denselben Verhältnissen getrennt prüfen zu können, stellte ich noch zwei weitere Tierversuche an; gleichzeitig habe ich auch Magen- und Darminhalt untersucht.

Tierversuche.

Versuch VII und VIII.

Am 20. Juni um 12 h bekam jeder der beiden Hunde folgendes Futter:

300 gr Fleisch,
60 gr Fettmischung (9,88 %ige freie Säure).

Diese Fütterung wurde bis zum 24. Juni 4 mal wiederholt. 5 1/2 Stunden nach der letzten Fütterung tötete ich einen Hund von 6,3 kg Körpergewicht.

Die Tötung des anderen Hundes im Körpergewicht von 7,1 kg erfolgte 7 1/2 Stunden nach der letzten Fütterung.

Magen- und Dünndarm-Inhalt wurden ganz genau wie bei den beschriebenen Versuchen gesammelt und untersucht. Die Resultate dieser Untersuchungen sind aus den Tabellen IX, X und XI ersichtlich.

Tabelle IX.

Versuch	Körpergewicht	Zeit von der letzten Fütterung bis zum Tod	Futtermenge	Magen: Menge des vorhandenen Futters in gr	Magen: Menge des vorhandenen Futters in % des gefütterten	Magen: Menge des verschwundenen Futters in gr	Magen: Menge des verschwundenen Futters in %	Magen: Menge des verschwundenen Futters in % in 1 h	Dünndarm: Menge im oberen Dünndarm in gr	Dünndarm: Menge im unteren Dünndarm in gr	Dünndarm: Gesamtmenge im Dünndarm in gr	Dünndarm: Aus dem Dünndarm verschwundene Menge in %
VII	6,3 kg	$5^1/_2$ h	360 gr	266	73,88	94	26,12	4,75	30	16	46	51,06
VIII	7,1 kg	$7^1/_2$ h	360 gr	190	52,77	170	47,23	6,29	25	35	60	64,71
							Mittel:	**5,52**			Mittel:	**57,88**

Tabelle X.

Versuch	Körpergewicht	Zeit von der letzten Fütterung bis zum Tod	Menge der Fettmischung im Futter in gr.	Fettmenge im Magen: Vorhandene Menge in gr	Vorhandene Menge in %	Verschwundene Menge in gr	Verschwundene Menge in %	Verschwundene Menge % in 1 h	Dünndarm: Menge des Äther-Extraktes aus oberem Dünndarm-Inhalt in gr	Menge des Äther-Extraktes aus unterem Dünndarm-Inhalt in gr	Dünndarm: Gesamt-Menge in gr	Dünndarm: Aus dem Dünndarm verschwundene Menge in %
VII	6,3 kg	$5^1/_2$ h	60	38,3987	63,99	21,6013	36,01	6,55	1,9236	0,5481	2,4717	88,56
VIII	7,1 kg	$7^1/_2$ h	60	36,0386	60,06	23,9614	39,94	5,33	1,3979	0,5473	1,9452	91,88
							Mittel:	**5,94**			Mittel:	**90,22**

Tabelle XI.

Versuch	Magen-Inhalt					Oberer Dünndarm-Inhalt					Unterer Dünndarm-Inhalt				
	Futtermenge gr	Menge des Ätherextraktes mit weisser Substanz gr	Freie Fettsäure als Oleïnsäure in %	Freie Fettsäure in der Fettmischung in %	Im Magen entstandene freie Säure in %	Futtermenge gr	Menge des Ätherextraktes in gr	Freie Säure als Oleïnsäure in %	Menge des Ätherextraktes in gr	Freie Säure als Oleïnsäure in %	Futtermenge gr	Menge des Ätherextraktes in gr	Freie Säure als Oleïnsäure in %	Menge des Ätherextraktes in gr	Freie Säure als Oleïnsäure in %
VII	266	38,3987	12,16	9,88	2,28	30	1,9236	70,78	0,2251	78,28	16	0,5481	68,73	0,1210	96,61
VIII	190	36,0386	12,73	9,88	2,85	25	1,3979	73,66	0,0261	64,75	35	0,5473	59,42	0,1603	67,62
				Mittel:	**2,56**		Mittel:	**72,22**	Mittel:	**71,51**		Mittel:	**64,07**	Mittel:	**82,11**

Der Dünndarm wurde in eine obere und untere Hälfte geteilt, erstere wieder in zwei Abschnitte getrennt. Der Darm wurde geöffnet, der Inhalt mit einem Löffel abgeschabt und mit Fliesspapier sorgfältig abgewischt. Hierauf wurde die ganze Schleimhaut mit dem Messer herausgekratzt und gewogen. Dieselbe wurde in der Reibschale fein zerrieben und dann mit Äther geschüttelt. Die weitere Behandlung stimmt genau mit derjenigen der übrigen Äther-Extrakte überein.

Tabelle XII.

Versuch	Stunden nach der Fütterung bis zum Tod	Dünndarm-Schleimhaut													
		Obere Hälfte									Untere Hälfte				
		Oberer Abschnitt					Unterer Abschnitt								
		Menge der Schleimhaut gr	Vor dem Ansäuern: Menge des Äther-Extrakt.	Vor dem Ansäuern: Freie Säure als Oleïnsäure in %	Nach dem Ansäuern: Menge des Äther-Extrakt.	Nach dem Ansäuern: Freie Säure als Oleïnsäure in %	Menge der Schleimhaut gr	Vor dem Ansäuern: Menge des Äther-Extrakt.	Vor dem Ansäuern: Freie Säure als Oleïnsäure in %	Nach dem Ansäuern: Menge des Äther-Extrakt.	Nach dem Ansäuern: Freie Säure als Oleïnsäure in %	Menge der Schleimhaut gr	Vor dem Ansäuern: Menge des Äther-Extrakt.	Vor dem Ansäuern: Freie Säure als Oleïnsäure in %	Nach dem Ansäuern: Menge des Äther-Extrakt.	Nach dem Ansäuern: Freie Säure als Oleïnsäure in %
VII	$5^1/_2$ h	21	0,5944 (2,83 %)	39,90	0,0082	82,93	12	0,3473 (2,89 %)	39,05	0,0231	58,87	22	0,4836 (2,20 %)	33,62	0,0778	26,73
VIII	$7^1/_2$ h	28	0,5954 (2,13 %)	43,24	0,0895	52,96	14	0,3340 (2,38 %)	40,56	0,0398	68,09	19	0,3580 (1,88 %)	33,68	0,0623	47,83
			Mittel:	**41,57**	Mittel:	**67,94**		Mittel:	**39,80**	Mittel:	**63,48**		Mittel:	**33,65**	Mittel:	**37,28**

Tabelle XIII.

Versuch	Im Äther-Extrakt aus														
	oberem Dünndarm-Inhalt			unterem Dünndarm-Inhalt			oberer Hälfte der Dünndarm-Schleimhaut						unterer Hälfte der Dünndarm-Schleimh.		
							Oberer Abschnitt			Unterer Abschnitt					
	Vor dem Ansäuern gr	Nach dem Ansäuern gr	%	Vor dem Ansäuern gr	Nach dem Ansäuern gr	%	Vor dem Ansäuern gr	Nach dem Ansäuern gr	%	Vor dem Ansäuern gr	Nach dem Ansäuern gr	%	Vor dem Ansäuern gr	Nach dem Ansäuern gr	%
VII	1,3615	0,1762	12,94	0,3767	0,1169	31,04	0,2371	0,0068	2,87	0,1356	0,0136	10,03	0,1626	0,0208	12,79
VIII	1,0297	0,0169	15,23	0,3252	0,1084	33,33	0,2575	0,0474	18,41	0,1355	0,0271	20,00	0,1206	0,0298	24,71
		Mittel:	**14,08**		Mittel:	**32,18**		Mittel:	**10,64**		Mittel:	**15,01**		Mittel:	**18,75**

Die Schleimhaut des Dünndarms gab bei beiden Versuchen etwas mehr als 2 % Äther-Extrakt; der Säuregrad desselben war ziemlich hoch. Er betrug beim Äther-Extrakt der oberen Hälfte 39,80—41,57 %, bei der unteren dagegen nur 33,65 %, also ungefähr 7 % weniger. Zwischen dem Säuregrad des Äther-Extraktes aus dem oberen und demjenigen aus dem unteren Abschnitt der oberen Hälfte (41,57 % und 39,80 %) ist kein grosser Unterschied zu finden.

Von oben nach unten nimmt der Säuregrad allmählich ab. Beim Vergleich der Säuregrade der Schleimhaut-Extrakte mit denjenigen der Inhalt-Extrakte fand ich, dass erstere an Menge der freien Fettsäure mehr als die Hälfte der Säuregrade der letzteren enthalten. Ich will hier, was den Dünndarm betrifft, die Säuregrade der Äther-Extrakte aus den Inhalten, jene der Darmwände mit Schleimhaut (Tab. VII) und jene der Schleimhäute allein (Tab. XII) tabellarisch zusammenstellen.

Tabelle XIV.

Versuch	Freie Fettsäure als Oleïnsäure in %.					
	Obere Hälfte des Dünndarmes			Untere Hälfte des Dünndarmes		
	Inhalt	Wand mit Schleimhaut	Schleimhaut allein	Inhalt	Wand mit Schleimhaut	Schleimhaut allein
I	—	—	—	—	—	—
II	34,70	17,72	—	43,00	18,32	—
III	45,10	32,69	—	47,82	26,16	—
IV	49,14	24,40	—	51,30	37,02	—
V	59,60	33,31	—	66,84	31,77	—
VI	46,67	20,13	—	49,19	28,92	—
			Oberer Abschnitt | Unterer Abschnitt			
VII	70,78	—	39,90 | 39,05	68,73	—	33,62
VIII	73,66	—	43,24 | 40,56	59,42	—	33,68

In der Tabelle XIV sind die Zahlen angegeben, welche die im Äther-Extrakt aus dem Darminhalt uud der Darm-Schleimhaut vor und nach dem Ansäuern vorhandene Fettsäure-Menge in Prozenten zeigen. Die der Seife entsprechende Menge freier Fettsäure der Schleimhaut ist kleiner als jene des Inhaltes. Von oben nach unten nimmt die Menge allmählich zu.

Zum Schluss fasse ich aus meiner Arbeit folgendes zusammen:

1. Bei mässiger Ernährung kleinerer Hunde gehen ungefähr 5,94—6,02 % des Futters (Tab. X und I) pro Stunde aus dem Magen in den Dünndarm über und sind in 6—7½ Stunden 50,04—57,88 % (Tab. IX und I) des Futters aus dem Dünndarm verschwunden.

2. Bei Ernährung nicht grosser Hunde mit einem Futter, das 20 % Fettmischung (10 %ige Oleïnsäure enthaltendes Schweineschmalz) enthält, gehen pro Stunde 5,94 bis 8,39 % der Fettmischung aus dem Magen in den Dünndarm über und sind in 6—7½ Stunden 90,22 bis 93,50 % (Tab. X und II) der Fettmischung aus dem Dünndarm verschwunden.

3. Im Magen findet keine lebhafte Fettspaltung statt. Bei 6—7½ stündigem Verweilen des Fettes im Magen nimmt die freie Fettsäure nur um 1,63—2,56 % zu (Tab. IV und XI). Es ist mir nicht möglich, die Ursache davon zu erklären.

4. Im Dünndarm dagegen findet eine lebhafte Fettspaltung statt; in der oberen Hälfte des Dünndarms steigt die freie Fettsäure auf 47,04—72,22 % (davon müssen 10 % freie Säure, die im Futter enthalten waren, subtrahiert werden), in der unteren Hälfte auf 51,63—64,07 % (Tab. V und XI).

5. Im Mastdarm beträgt die Fettsäure im Mittel 47,6 % (Tab. V).

6. Im oberen Dünndarm beträgt die der Seife entsprechende freie Fettsäure 13,30 %, im unteren Dünndarm 41,50 %, im Mastdarm 64,90 % (Tab. VI).

7. Der Säuregrad des Ätherextraktes aus der Dünndarmwand mit Schleimhaut, sowie derjenige der Dünndarm-Schleimhaut allein beträgt mehr als die Hälfte von demjenigen des Äther-Extraktes aus dem Dünndarm-Inhalt. Der Äther-Extrakt aus der Dünndarm-Schleimhaut enthält etwas mehr freie Säure als derjenige aus der Dünndarmwand mit Schleimhaut (Tab. VII, XII, XIV).

8. Aus diesem Grunde glaube ich sagen zu dürfen, dass eine ziemlich grosse Menge gespaltener freier Fettsäure direkt in Form von Fettsäure von der Darmwand resorbiert wird.

9. Da die prozentische Menge der freien Fettsäure im Dünndarm deutlich ansteigt, so lautet die nächstliegende Folgerung, dass die Fettspaltung schneller geschieht, als die Resorption der freien Fettsäure.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, dem Andenken meines so unerwartet dahingeschiedenen hochverehrten Lehrers, Professor Kunkel, meine Dankesschuld abzutragen für die Anregung zu dieser Arbeit und den gütigen Beistand bei der Anfertigung derselben. Auch danke ich Herrn Professor v. Frey für die freundliche Durchsicht der Arbeit und die Übernahme des Referats.

Ebenso nehme ich an dieser Stelle Veranlassung, Herrn Dr. Fessel und Herrn Dr. Paul, den Assistenten am pharmakologischen Institut, für manche freundliche Beihilfe zu danken.

Literatur.

1. Volhard, F., Zeitschr. f. klin. Med. 42, Heft 5—6, 1901.
2. Frank, Otto, Archiv f. Anat. und Physiol. Separat-Abzug S. 501.
3. Munk, J., Virchows Archiv, 95, 452. 1884.
4. Müller, Fr., Zeitschr. für klin. Med. 12—45. 1887.
5. Arnschink, Zeitschrift f. Biologie 26, 433. 1890.
6. Marpmann, Münch. med. Wochenschr. 485. 1888.
7. Marcet, The med. Times and Gazette 17, 210. 1858.
8. Cash, Archiv f. Physiologie 323. 1880.
9. Ogata, Archiv für Physiologie 515. 1881.
10. Klemperer u. Scheurlen, Zeitschr. f. klin. Med. 15, 370. 1889.
11. Müller, Zeitschr. f. klin. Med. 12. S. 107.
12. Stade, Hofmeisters Beitr. zur Chemie, Phys. u. Pathol. 3, 291.
13. Inouye, Sonderabdruck aus d. Arch. für Verdauungskrankh. S. 251—262.
14. Kunkel, Sonderabdruck aus d. Arch. für Verdauungskrankh. S. 251—262.
15. Bunge, Lehrbuch der physiol. pathol. Chemie, Heft 5—6.
16. Munk, Ergebnis der Physiol. Bd. 1, 317. 1902.
17. Bengen u. Haane, Pflügers Arch. Bd. 106, H. 6/7.
18. Camus, Cts. rend. soc. biol. 10, janv. 1903/04.
19. Gérard, Cts. rend. Acad. Sc. 124, 370. 1897.
20. Laxa, Arch. f. Hyg. 41, 119. 1901.
21. Biffen, Annals of Botany 13, 363. 1899.
22. Krüger u. Schreiber, Arch. f. Hyg. 41, 328. 1901.
23. Rubner, Arch f. Hyg. 38, 67. 1900.
24. v. Sommaruga, Zeitschr. f. Hyg. 18, 441.
25. Escherich, Die Darmbakterien des Säuglings. 1886.
26. Herter, Zeitschr. f. physiol. Chemie 4, 160. 1880.
27. Lüdy, Arch. f. experim. Path. u. Pharmak. 25, 347. 1889.
28. Wassilieff, Zeitschr. f. physiol. Chemie 6, 112. 1882.

Lebenslauf.

Verfasser, Seiichiro Saito, japanischer Staatsangehöriger, geboren am 14. Mai 1874 zu Hirasawa im Regierungsbezirk Akita, als Sohn des Bürgermeisters Toyoteru Saito, erwarb nach Besuch des Gymnasiums zu Tokyo im April 1894 das Reifezeugnis und bezog im September desselben Jahres die medizinische Fakultät der kaiserlichen Akademie zu Okayama.

Der ärztlichen Staatsprüfung und Promotion unterzog er sich September bis November 1898 ebendaselbst.

Vom Januar 1899 bis Juni 1904 war er als Assistenzarzt an der Universität zu Kyoto und im Hospital der Akademie zu Okayama tätig. November 1904 immatrikulierte er sich an der Universität Würzburg.

Vorstehende Dissertation hat er unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. Kunkel verfasst.

Seiichiro Saito.